

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-094314

(43)Date of publication of application : 07.04.1995

(51)Int.Cl.

H01F 1/14  
C22C 38/00  
H01F 19/04

(21)Application number : 05-198057

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 10.08.1993

(72)Inventor : YOSHIZAWA KATSUTO  
BIZEN YOSHIO  
NAKAJIMA SUSUMU  
ARAKAWA SHUNSUKE

### (54) PULSE TRANSFORMER MAGNETIC CORE AND PULSE TRANSFORMER

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a pulse transformer magnetic core, consisting of a nano crystal soft magnetic alloy to be used for a small type digital signal transmission system having high-performance and reliability characteristics and temperature characteristics, and a pulse transformer.

CONSTITUTION: The pulse transformer magnetic core is formed using a nano crystal soft magnetic alloy, having the initial relative magnetic permeability of 50000 or higher in -20 to 50° C, as magnetic core material. Accordingly, as a pulse transformer and a pulse transformer magnetic core, consisting of a nano crystal soft magnetic alloy and used for a digital signal transmission system, which is smaller in size than the conventional pulse transformer magnetic core and having high efficiency and excellent reliability characteristics and temperature characteristics, can be provided, their efficiency is substantially high.

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 9 4 3 1 4

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 F 1/14

C 2 2 C 38/00

H 0 1 F 19/04

H 0 1 F 1/14

Z

19/04

U

8123-5 E

審査請求 未請求 請求項の数 5

OL

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-198057

(22) 出願日 平成5年(1993)8月10日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 吉沢 克仁

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

(72) 発明者 備前 嘉雄

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

(72) 発明者 中島 晋

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

(74) 代理人 弁理士 大場 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルストランス用磁心ならびにパルストランス

(57) 【要約】

【目的】 小型で高性能かつ信頼性特に温度特性に優れたデジタル信号伝送システムに用いられるナノ結晶軟磁性合金からなるパルストランス用磁心ならびにパルストランスを提供する。

【構成】 磁心材料として-20°Cおよび50°Cにおいて比初透磁率が50000以上であるナノ結晶軟磁性合金を用いたパルストランス用磁心。本発明によれば、従来のパルストランス用磁心より小型で高性能かつ信頼性特に温度特性に優れたデジタル信号伝送システムに用いられるナノ結晶軟磁性合金からなるパルストランス用磁心ならびにパルストランスを提供することができるためその効果は著しいものがある。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁心材料として $-20^{\circ}\text{C}$ および $50^{\circ}\text{C}$ において比初透磁率が50000以上であるナノ結晶軟磁性合金を用いたことを特徴とするパルストランス用磁心。

【請求項2】 磁心材料の角形比が30%以下であることを特徴とする請求項1に記載のパルストランス用磁心。

【請求項3】 ナノ結晶軟磁性合金の平均結晶粒径が2から30nmであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のパルストランス用磁心。

【請求項4】 ナノ結晶軟磁性合金がFeを主体とする合金であって、Cu, Auから選ばれる少なくとも1種の元素の含有量が0.1以上3at%以下、Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wから選ばれる少なくとも一種の元素の含有量が1以上10at%以下、Siの含有量が12at%以上16.5at%未満、B含有量が4at%以上9at%未満の組成であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のパルストランス用磁心。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のパルストランス用磁心から構成され $-20^{\circ}\text{C}$ および $50^{\circ}\text{C}$ において20mHを越える10kHzのインダクタンスを有することを特徴とするパルストランス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、デジタル信号伝送システム等に用いられるナノ結晶軟磁性合金からなるパルストランス用磁心ならびにパルストランスに関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子回路の分野では、電子計算機、パルス通信・測定器のデジタル化等のパルス技術の発展に伴い、回路素子自体もその波形伝送の観点から高性能の素子が要求されている。ISDN等のパルス状のデジタル信号を伝送するシステムに用いられるパルストランスは、波形伝送に主眼が置かれた広帯域トランスである。従来、これらのパルストランスには、大別して金属磁性材料とフェライト材料が用いられている。金属材料としては、パーマロイ材(Ni-Fe合金)と珪素鋼(Fe-Si合金)が用いられている。金属材料は低周波特性に優れ飽和磁束密度が大きいために、パルス幅の広い、印加レベルの高い用途に使用される。しかし、珪素鋼は透磁率が低く十分なインダクタンスがとれない問題がある。またパーマロイも低周波の透磁率は高いものが得られるが周波数特性が悪くパルス幅が狭い用途には適さず、また、衝撃により特性が劣化することや価格が高い問題があるためISDNのインターフェイス用のパルストランス等には問題がある。一方、フェライト磁性材料は、金属系材料に比べて飽和磁束密度が低く、印加レベルの高い場合に問題はあるものの、高周波特性に優れ価格的にも安価であるため現在パルス幅の狭い前述の用途に最も用いられている。しかし、これらの用途に用いられる高透磁率タイプのフェライト磁性材料の飽和磁束密度は0.5T以下であ

り、透磁率も10000程度しか得られない。このため、パルストランスの動作磁束密度を大きくできず磁心が大きくなる問題や、十分なインダクタンスを得るために断面積を大きくしたり巻線を多くしなければならない問題がある。巻き線が多いことは工数を増大するとともに結合キャパシタンスを増加させ伝送特性を劣化させる。また、フェライト磁性材料は温度特性が悪い問題点がある。高透磁率のCo基アモルファス合金は材料価格が高い点や経時変化が大きく信頼性の点で問題がある。また、特開平2-295101に微結晶鉄ベース合金からなるインターフェース変成器用磁心が記載されている。0.2未満の残留磁気比 $B_r/B_s$ と20000から50000の範囲の比初透磁率とを有する微結晶鉄ベース合金からなることを特徴としており、小さい体積でかつ少ない巻数のインターフェース用変成器が実現できることが記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年小型化、薄型化、高性能化、高信頼性の要求が益々増加している。使用する環境も多岐に渡るようになってきており周囲の環境がきびし条件でも安定に動作する必要が生じてきている。このような要求に対しては前記磁心では対応が困難な状況になってきている。本発明の課題は従来のパルストランス用磁心より小型高性能でかつ信頼性特に温度特性に優れたデジタル信号伝送システムに用いられるナノ結晶軟磁性合金からなるパルストランス用磁心ならびにパルストランスを提供することである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために本発明者らは鋭意検討の結果、磁心材料として $-20^{\circ}\text{C}$ および $50^{\circ}\text{C}$ において比初透磁率が50000以上であるナノ結晶軟磁性合金を用いた磁心がデジタル信号伝送システムに用いられるパルストランス用磁心として最適であることを見出し本発明に想到した。ナノ結晶合金としては特公平4-4393に記載されている鉄を主体とした0.1から3at%のCu、0.1at%から30at%のNb, W, Ta, Zr, Hf, Ti及びMo、30at%以下のSiおよび25at%以下のBを含む合金であり、かつSiとBの合計が5から25at%の範囲にある合金が挙げられる。これらの合金の結晶粒径は100nm以下である。特に粒径が2nm以上30nm以下の場合にパルストランスとして波形伝送がより忠実な高性能なものが得られる。

【0005】また、特にFeを主体とする合金であって、Cu, Auから選ばれる少なくとも1種の元素の含有量が0.1以上3at%以下、Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wから選ばれる少なくとも一種の元素の含有量が1以上10at%以下、Siの含有量が12at%以上16.5at%未満、B含有量が5at%以上9at%未満の組成である合金において $-20^{\circ}\text{C}$ および $50^{\circ}\text{C}$ において比初透磁率が50000以上が容易に得られ、透磁率のレベル特性が良好で、かつパルストランスとして波形伝送がより忠実な高性能なものが得られる。前記合金中の結

晶は主にbcc相である。bcc相の一部に規則相が含まれても良い。また前記合金の一部にアモルファス相が含まれても良い。また、前記合金には必要に応じてCr, Mn, Al, S, n, Zn, Ag, Sc, Y, 白金族元素, Re, 希土類元素, C, Ge, P, Ga, Sb, In, Be, As, Mg, Ba, Srからなる群から選ばれる少なくとも1つの元素を含んでも良い。また、不可避不純物として酸素、窒素、水素等を含む場合がある。

【0006】磁心材料の角形比が30%以下の場合には動作磁束密度を大きくでき、高い動作磁束密度まで高パルス透磁率を維持できるためより一層の磁心の小型化が実現され、より好ましい結果を得ることができる。前記本発明からなる磁心を用いたパルストランスは従来のパルストランスに比べ小型の磁心で10kHzにおいて20mHを超えるインダクタンスを有する温度特性に優れたパルストランスを実現できる。このようなパルストランスはISDN用として好適な性能を示す。

【0007】本発明に係わる磁心は次の工程で製造される。液体急冷法によりアモルファス合金薄帯を製造した後これを巻き回す、あるいは積層シトロイダル状にする工程と、微結晶化のための熱処理を行い-20°Cおよび50°Cにおいて比初透磁率が50000以上になるように調整する熱処理工程、あるいは、液体急冷法によりアモルファス合金薄帯を製造した後これを巻き回す、あるいは積層シトロイダル状にする工程と、微結晶化のための熱処理を行い更に磁場を磁心の磁路と垂直方向に印加し-20°Cおよび50°Cにおいて比初透磁率が50000以上になるように調整する熱処理工程である。特に磁場中熱処理を併用することにより角形比が低くなりより一層の磁心の小型化や波形伝送が忠実な高性能なパルストランスを実現することができる。磁心の磁路と垂直方向に磁界を印加する場合は磁心の高さ方向に印加する場合と径方向に印加する場合がある。

【0008】液体急冷法は公知の単ロール法や双ロール法等である。製造する雰囲気は通常大気中であるが、活性な金属を含む場合は雰囲気中で製造する。板厚が10μm未満の場合は減圧下で作製した方が表面状態の良好な薄帯が得られ好ましい結果が得られる。作製されるアモルファス合金薄帯は板厚1μmから100μm程度のもので、通常作製されるのは2μmから30μm程度の板厚である。また、薄帯の幅は0.5mmから500mm程度であるが本用途には25mm以下の幅の薄帯が用いられる場合が多い。薄帯を積層する場合はあらかじめ薄帯の打ち抜きあるいはフォトエッチ等を行い閉磁路となるような形に成形しておく。合金薄帯表面の少なくとも片面はSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO等の絶縁物により被覆し層間絶縁を行うことができる。層間絶縁を行うことにより、より周波数特性の良好なパルストランスが得られる。

【0009】熱処理雰囲気はArや窒素等の不活性ガス中が好ましい。酸素濃度は5%以下がより好ましい結果が得られる。結晶化のための熱処理は通常結晶化温度以上の

温度に昇温することにより行われる。この熱処理は通常は一定温度に保持する期間があるが、場合によっては一定に保持する期間がなくても良い。熱処理の際に磁場を印加する場合は、結晶化の熱処理よりも低い温度で印加することが50000以上の比初透磁率を得る上で望ましい。結晶化の熱処理は通常は500°Cから580°Cで2時間以内、磁場中熱処理の温度は300°C以上で前記結晶化の熱処理より低くかつ結晶化により形成するbcc相のキュリー温度より低い温度で行われる。このような熱処理が特に有効なのは合金がFeを主体とする合金であって、Cu, Auから選ばれる少なくとも1種の元素の含有量が0.1以上3at%以下、Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, Wから選ばれる少なくとも1種の元素の含有量が1以上10at%以下、Siの含有量が12at%以上16.5at%未満、B含有量が4at%以上9at%未満の組成である場合である。磁心は絶縁および耐環境性を改善するためにコアケースに入れたり、周囲をコーティングする。コアケースに入れる場合は必要に応じてグリースや緩衝材を入れる場合がある。また、コアケースに入れる前やコーティング前の磁心はできるだけ占積率が高い方が望ましく、75%以上が望ましい。より好ましくは80%以上である。

【0010】

【実施例】以下本発明を実施例にしたがって説明するが本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例1) 単ロール法により幅2mm厚さ18μmのFe<sub>80</sub>Al<sub>10</sub>Cu<sub>1</sub>Nb<sub>2</sub>Si<sub>15</sub>B<sub>3</sub> (at%)の組成のアモルファス合金薄帯を作製した。次に、この合金薄帯を外径14mm内径7mmに巻き回シトロイダル磁心を作製し、図1に示す熱処理パターンで熱処理を行った。X線回折および透過電子顕微鏡による組織観察の結果、合金は粒径約12nmのbcc構造の結晶粒を主体とする合金であることが確認された。次にこの磁心を樹脂製のケースに入れ-20°Cおよび50°Cの初比透磁率を直流初磁化曲線より求めた。-20°C初比透磁率は89600、50°Cの初比透磁率は88900であった。また、直流B-Hループは比較的フラットな傾斜した形を示していた。1kHzにおける実効透磁率μ<sub>e</sub>は-20°Cで81000、50°Cで80000であった。次にこの磁心に12ターンの巻線を2つ行いパルストランスを作製した。10kHzのインダクタンスは測定電流が12mAの場合-20°Cで32mH、50°Cで31mHであった。一方、Mn-Znフェライトからなるパルストランスは測定電流が12mAの場合、-20°Cで2mH、50°Cで3mHであり、本発明磁心より著しく劣っていた。

【0011】(実施例2) 表1に示す組成の合金溶湯を単ロール法により急冷し、幅6.5mm厚さ14μmのアモルファス合金薄帯を作製した。次に、この合金薄帯を外径14mm内径7mmに巻き回シトロイダル磁心を作製し、図1に示す熱処理パターンで熱処理を行った。透過電子顕微鏡およびX線回折の結果粒径2から30nmの微細結晶粒からなることが確認された。次にこの磁心を樹脂製のケースに入れ-20°Cおよび50°Cの初比透磁率を直流初磁化曲線

より求めた。また、角形比 $B_r \cdot B_s^{-1}$ を測定した。次にこの磁心に21ターンの巻線を2つ行いパルストランスを作製した。 $-20^\circ\text{C}$ 初比透磁率 $\mu_i(-20)$ 、 $50^\circ\text{C}$ の初比透磁率 $\mu_i(50)$ 、角形比 $B_r \cdot B_s^{-1}$ 、 $-20^\circ\text{C}$ の10kHzのインダクタンス $L(-20)$ 、 $50^\circ\text{C}$ の10kHzのインダクタンス $L(50)$ を表1に示す。本発明磁心は従来の磁心よりも同じ巻数で高イン\*

\*ダクタンスを実現できる。すなわち少ない巻数や小形状で従来の磁心と同等のインダクタンスを実現できる。さらに温度特性にも優れており高性能なパルストランスを実現できることが分かる。

【0012】

【表1】

	組 成 (at%)	$\mu_i(-20)$	$\mu_i(50)$	$B_r \cdot B_s^{-1}$ (%)	$L(-20)$ (mH)	$L(50)$ (mH)
本 発 明 例	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{2.6}\text{Si}_{15.4}\text{B}_{6.7}$	72500	71000	12	62	61
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{3.2}\text{Si}_{14.8}\text{B}_{7.3}$	62800	62000	14	54	53
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Zr}_{7.3}\text{Ti}_{0.5}\text{Si}_{12.6}\text{B}_{6.3}$	50100	50200	35	43	43
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Mo}_{3.2}\text{Si}_{14.8}\text{B}_{6.9}$	52200	51100	20	45	44
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Ta}_{2.2}\text{Si}_{16.8}\text{B}_{9.2}$	53400	53200	18	46	46
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{W}_{3.2}\text{Si}_{16.3}\text{B}_{7.9}$	50200	50000	23	43	43
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Hf}_{2.2}\text{Si}_{16.3}\text{B}_{5.5}$	51100	50900	25	44	44
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{2.2}\text{V}_1\text{Si}_{15.3}\text{B}_6$	68000	67000	11	58	58
比 較 例	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13.9}\text{B}_9$	35400	31000	9	30	28
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{16.4}\text{B}_6$	32000	38000	12	27	32
	$\text{Fe}_{94.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_3\text{Si}_{12.3}$	15000	13200	23	18	11
	Mn-Znフェライト	4800	8000	20	2	3

【0013】(実施例3) 次に実施例2に記載の磁心に15ターンの巻線を2つ行いパルストランスを作製し、パルス幅 $10\mu\text{s}$ 、動作磁束密度 $\Delta B$ が1Tにおける実効パルス透磁率 $\mu_F$ を測定した。得られた結果を表2に示す。特に角形比が30%以下の本発明磁心が高い $\mu_F$ が得られ優れている。

【0014】

【表2】

本 発 明 例	組 成 (at%)	$\mu_p$
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{2.8}\text{Si}_{15.4}\text{B}_{6.7}$	20000
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{3.2}\text{Si}_{12.6}\text{B}_{7.3}$	19500
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Zr}_{7.3}\text{Ti}_{0.5}\text{Si}_{12.0}\text{B}_{6.3}$	9000
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{3.2}\text{Si}_{14.0}\text{B}_{8.9}$	14200
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Ta}_{2.2}\text{Si}_{15.0}\text{B}_{8.2}$	13100
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{W}_{5.2}\text{Si}_{16.3}\text{B}_{7.9}$	12400
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Hf}_{2.2}\text{Si}_{15.3}\text{B}_{5.5}$	12200
	$\text{Fe}_{64.1}\text{Cu}_{1.1}\text{Nb}_{2.2}\text{V}_1\text{Si}_{15.3}\text{B}_6$	21000

【0015】

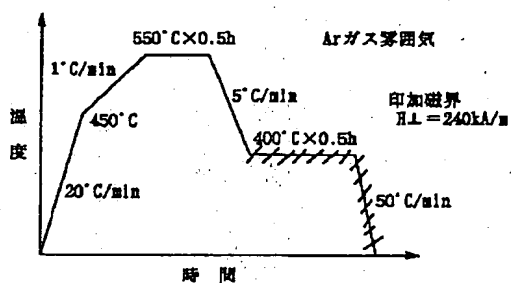
【発明の効果】本発明によれば、従来のパルストランス用磁心より小型で高性能かつ信頼性特に温度特性に優れたデジタル信号伝送システムに用いられるナノ結晶軟磁性合金からなるパルストランス用磁心ならびにパルストランスを提供することができるためその効果は著しいものがある。

【図面の簡単な説明】

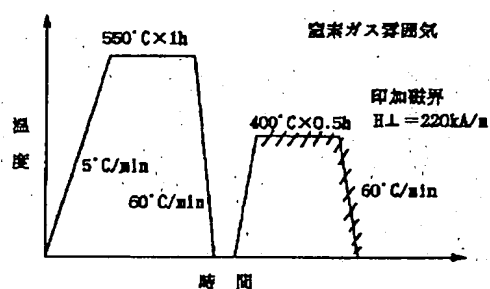
【図1】本発明に係わる熱処理パターンを示した図である。

【図2】本発明に係わる熱処理パターンを示した図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 荒川 俊介  
埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内